



EXPRESS MAIL NO. EV336594278US
USAN: 10/726,451
Attorney Docket No. 859063.550

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 NOV. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

 Réservé à
 L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

REMISE DES PIÈCES DATE 4 DEC 2002 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0215320 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 04 DEC. 2002 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Michel de Beaumont 1 rue Champollion 38000 GRENOBLE	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B5746			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/>		N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de Brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale N°		Date / /	
ou demande de certificat d'utilité initiale N°		Date / /	
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/>	
		N°	
		Date / /	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
ÉLÉMENT DE REDRESSEMENT INTÉGRÉ			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N°	
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
Nom ou dénomination sociale		STMicroelectronics SA	
Prénoms			
Forme juridique		Société anonyme	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
ADRESSE	Rue	29, Boulevard Romain Rolland	
	Code postal et ville	92120	MONTRouGE
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à
L'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **4 DEC 2002**

LIEU **38 INPI GRENOBLE**

N° D'ENREGISTREMENT

0215320

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier :

(facultatif) B5746

6 MANDATAIRE

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

Cabinet Michel de Beaumont

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

ADRESSE

Rue

1 Rue Champollion

Code postal et ville

38000

GRENOBLE

N° de téléphone (facultatif)

04.76.51.84.51

N° de télécopie (facultatif)

04.76.44.62.54

Adresse électronique (facultatif)

cab.beaumont@wanadoo.fr

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur (s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat

☒ X

ou établissement différé

☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☒ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX DES
REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :

Si vous avez utilisé l'imprimé "Suite", indiquez
le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)

Michel de Beaumont
Mandataire n° 92-1016

VISA DE LA PREFECTURE
OU DE L'INPI

D. R. J. O. R. L.

ELEMENT DE REDRESSEMENT INTÉGRÉ

La présente invention concerne la réalisation sous forme intégrée d'un élément de redressement ou redresseur.

Dans la présente description, on désigne par redresseur un élément réalisant une fonction identique à celle d'une diode bipolaire, par exemple utilisée dans des convertisseurs continu-continu de type abaisseur ou élévateur de tension.

La figure 1 représente un exemple classique de convertisseur 1 (CONV) continu-continu élévateur de tension alimentant une charge 2 (Q). Le convertisseur 1 fournit une tension continue V_{out} aux bornes S et M d'un condensateur 3 de stockage à partir d'une tension d'alimentation continue V_{in} de niveau inférieur, appliquée entre deux bornes d'entrée E et M, la borne M constituant, par exemple, une masse commune avec la charge 2. La charge 2 est connectée aux bornes S et M du condensateur 3. Par exemple, la charge 2 est constituée de deux diodes électroluminescentes d'un écran rétro-éclairé.

Le convertisseur 1 comporte, en série entre les bornes E et S, une inductance 4 et un élément de redressement 5 (RECTIF). Le redresseur 5 est orienté de façon à permettre le passage d'un courant de l'inductance 4 vers le condensateur 3. Un interrupteur commandable 6 est connecté entre la borne 7

d'entrée du redresseur 5 et le rail de référence M. Généralement, l'interrupteur 6 est un transistor MOS dont la borne de commande constituée par sa grille reçoit un signal d'impulsions modulées en largeur PWM destiné à réguler la tension V_{out} à partir soit d'une consigne, soit des besoins de la charge. Le signal PWM, fonction de l'application, est fourni par un circuit de commande non représenté.

Le redresseur est destiné à réaliser la fonction d'une diode, c'est-à-dire à bloquer le courant inverse lorsque la tension V_{out} aux bornes de la charge devient supérieure à la tension aux bornes de l'interrupteur 6.

Dans les applications les plus simples, le redresseur 5 est constitué d'une simple diode, généralement une diode Schottky. Une telle diode Schottky présente l'inconvénient d'être difficilement intégrable.

De plus, dans de nombreuses applications et notamment dans le cas d'une alimentation à découpage telle qu'illustrée par la figure 1, on souhaite pouvoir éteindre le circuit d'alimentation de la charge, soit en raison de la présence d'un problème électrique dans celle-ci (par exemple, un court-circuit) soit pour d'autres raisons. Une telle fonction d'un élément de redresseur est généralement désignée par son appellation anglo-saxonne "true shutdown". Une telle fonction permet notamment, si l'interrupteur 6 est "ouvert", d'empêcher que la tension d'alimentation V_{in} présente entre les bornes E et M recharge le condensateur 3 alors même que cela n'est pas souhaité. Cela permet également de remplir une fonction de protection en empêchant un sur-courant en cas de court-circuit côté charge (entre les bornes S et M).

Pour remplir cette fonction, on a donc généralement recours, comme l'illustre la figure 1, à un redresseur 5 constitué d'une diode D en série avec un interrupteur 8. L'interrupteur 8 est commandé par un circuit 9 (CTRL) recevant un signal d'activation EN d'un organe de commande du convertisseur. Le signal d'activation EN sert, par exemple, à

interrompre le fonctionnement du convertisseur par l'ouverture de l'interrupteur 8 en cas de court-circuit dans la charge (détecté par des moyens non représentés), en cas de problème côté circuit de commande de l'alimentation à découpage (PWM), ou
 5 plus généralement dès que l'on souhaite garantir une extinction du convertisseur. En pratique, l'interrupteur 8 est généralement constitué d'un transistor MOS.

Un inconvénient du redresseur 5 de la figure 1 est l'adjonction, en fonctionnement normal, d'une chute de tension
 10 due à la résistance série de l'interrupteur 8 à l'état passant (Ron du transistor MOS).

Un autre inconvénient est lié à l'encombrement du transistor MOS haute tension constituant l'interrupteur 8.

On a également déjà proposé de réaliser le redresseur
 15 sous la forme d'un unique transistor MOS en utilisant sa diode parasite substrat-source. Une telle solution requiert de pouvoir commander la connexion du substrat (bulk) à la source afin de commander la diode parasite. Lorsque l'on souhaite une extinction du circuit, on inverse les polarités du transistor
 20 MOS et de son substrat afin d'inverser la polarité de sa diode parasite. Un autre inconvénient est que le transistor lui-même doit être commandé à la fréquence du signal PWM. En fonctionnement normal, le transistor est commandé de façon inversée par rapport à l'interrupteur 6.

25 Outre la difficulté liée au besoin de commander le transistor à la fréquence du signal PWM, la source du transistor est flottante ce qui pose des problèmes de référence de commande de son signal de grille. On est donc généralement conduit à recourir à des circuits décaleurs de niveaux, ce qui rend le
 30 circuit particulièrement complexe notamment pour un fonctionnement haute tension.

On aurait pu penser remplacer l'association en série de la diode D et de l'interrupteur 8 par un thyristor. Toutefois, une telle solution est incompatible avec les
 35 alimentations à découpage. En effet, un thyristor aurait besoin

d'être commandé en fermeture à chaque fois que l'interrupteur 6 est ouvert. Or les fréquences des trains d'impulsions modulées en largeur sont généralement de plusieurs dizaines voire centaines de kilohertz, ce qui est incompatible avec les vitesses de commutation aujourd'hui disponibles pour les thyristors.

La présente invention vise à proposer un nouveau redresseur commandable qui pallie les inconvénients des solutions connues.

10 L'invention vise notamment à proposer un redresseur commandable propre à isoler, lors de son ouverture, les éléments qu'il sépare.

L'invention vise également à proposer un redresseur dans lequel la chute de tension série en fonctionnement normal est minimisée.

15 L'invention vise également à proposer une solution compatible avec une intégration et qui soit fait d'encombrement minimum.

Pour atteindre ces objets et d'autres, la présente invention prévoit un élément de redressement commandable, comportant un transistor bipolaire dont une borne d'entrée de courant est connectée à une borne de commande par un premier interrupteur et dont une borne de sortie de courant est connectée à la borne de commande par un second interrupteur, les phases d'ouverture et de fermeture des premier et second interrupteurs étant complémentaires et fonction de l'état souhaité pour l'élément de redressement.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'élément de redressement comporte en outre un circuit de commande des premier et second interrupteurs en fonction de l'état d'un signal d'activation/désactivation de l'élément de redressement.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, lesdits interrupteurs sont constitués de transistors MOS à canal P dont les grilles respectives sont connectées à la borne de

commande du transistor bipolaire par l'intermédiaire de sources de courant.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit de commande comprend deux transistors MOS à canal N
5 reliant les grilles respectives des transistors MOS à canal P à la masse, lesdits transistors MOS à canal N étant commandés respectivement par le signal d'activation et par son inverse.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit transistor bipolaire est un transistor PNP.

10 Selon un mode de réalisation de la présente invention, ledit transistor bipolaire est un transistor NPN.

L'invention prévoit également un convertisseur de tension du type continu-continu comportant un élément de redressement.

15 Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

20 la figure 1 qui a été décrite précédemment illustre, schématiquement et partiellement, un convertisseur continu-continu de type élévateur de tension comportant un élément de redressement connu ;

la figure 2 représente, partiellement et
25 schématiquement, un mode de réalisation d'un convertisseur élévateur de tension comportant un élément de redressement commandable selon la présente invention ; et

la figure 3 représente, partiellement et
schématiquement, un mode de réalisation détaillé de l'élément de
30 redressement de la figure 2.

Les mêmes éléments ont été désignés par les mêmes références aux différentes figures. Pour des raisons de clarté, seuls les éléments qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention ont été représentés aux figures et seront décrits
35 par la suite. En particulier, la génération des différents

signaux de commande n'ont pas été représentés et ne font pas l'objet de l'invention. Celle-ci s'applique quelle que soit la raison pour laquelle on souhaite rendre l'élément de redressement commandable. La génération du signal d'activation/désactivation, que ce soit à partir d'une détection d'un court-circuit dans la charge ou d'un autre disfonctionnement, reste classique.

De plus, l'invention sera décrite ci-après en relation avec un exemple d'application à un convertisseur continu-continu de type alimentation à découpage. On notera toutefois qu'elle s'applique plus généralement à la réalisation d'un élément de redressement commandable quelle qu'en soit l'application.

La figure 2 représente, de façon très schématique et par une vue à rapprocher de celle de la figure 1 décrite précédemment, un mode de réalisation d'un convertisseur continu-continu de type alimentation à découpage utilisant un redresseur propre à l'invention. Comme précédemment, le convertisseur comporte deux bornes E et M d'entrée entre lesquelles est appliquée une tension V_{in} et deux bornes de sorties S et M (la borne M constituant par exemple une borne de masse commune) de fourniture d'une tension V_{out} à une charge 2 (Q). Le convertisseur 10 comporte, en série entre les bornes E et S, une inductance 4 et l'élément de redressement 15, et entre les bornes S et M, un condensateur de stockage 3. Un interrupteur 6 commandé par un signal de modulation de largeur d'impulsion (PWM) haute fréquence (généralement plusieurs dizaines de kilohertz) relie une borne 7 d'entrée de l'élément de redressement 15 à la masse M.

Le convertisseur 10 de la figure 2 diffère de celui de la figure 1 uniquement par la constitution de son redresseur 15.

Selon ce mode de réalisation de la présente invention, le redresseur 15 est constitué d'un transistor bipolaire 18 de type PNP dont l'émetteur constitue la borne d'entrée 7 du redresseur 15 et dont le collecteur constitue la borne de sortie connectée à la borne S.

Selon l'invention, la base du transistor 18 est reliée à son émetteur par un interrupteur 11 et à son collecteur par un interrupteur 12. Les interrupteurs 11 et 12 sont commandés par un circuit 19 (CTRL) recevant un signal EN d'activation du redresseur. Le signal EN provient, comme pour un redresseur commandable classique, d'un circuit de détection d'anomalie (court-circuit ou autre) du circuit de commande de l'interrupteur 6 de l'alimentation à découpage, etc.

Le rôle du circuit 19 est de commander les interrupteurs 11 et 12 en s'assurant, entre autres, qu'ils ne soient jamais fermés simultanément.

En fonctionnement normal, l'interrupteur 12 est fermé alors que l'interrupteur 11 est ouvert. Le transistor 18 est donc connecté en diode, ce qui implique qu'il fonctionne en à la limite du régime linéaire. Ainsi, la chute de tension à ses bornes est minimale et est équivalente à celle d'une diode bipolaire polarisée en direct (jonction base-émetteur polarisée en direct) tout en ayant une résistance dynamique plus faible (effet transistor). Pendant le fonctionnement normal, les interrupteurs 11 et 12 restent dans cet état (pas de commutation) et le convertisseur fonctionne par commande de l'interrupteur 6.

Lorsque le signal d'activation EN est commuté vers un état (bas) indicateur d'une désactivation du circuit, le circuit de commande 19 provoque la fermeture de l'interrupteur 11 et l'ouverture de l'interrupteur 12. Le transistor 18 est alors équivalent à sa jonction base-collecteur qui, s'agissant d'un transistor PNP, est bien polarisée en inverse si la tension d'entrée V_{in} est supérieure à la tension V_{out} aux bornes du condensateur 3.

Un avantage qui ressort déjà de la description de la figure 2 est que la chute de tension de l'élément de redressement commandable 15 à l'état passant est inférieure à celle du circuit 5 classique. Selon l'invention, on reproduit la chute de tension d'une diode à l'état passant.

Un autre avantage est que les interrupteurs 11 et 12, bien que devant supporter une haute tension à leur borne, ne voit passer qu'un très faible courant à l'état fermé. En effet, quel que soit le mode de fonctionnement et grâce au fait que le transistor 18 n'est pas saturé, le courant susceptible de traverser l'interrupteur 11 ou 12 fermé est, par rapport au courant circulant entre émetteur et collecteur du transistor 18, divisé par le gain (β) du transistor.

En pratique, cela conduit à ce que la surface de chaque interrupteur 11 et 12, dans une réalisation intégrée, correspond approximativement à la surface nécessaire pour la réalisation du transistor 18, divisé par le gain de ce dernier.

La figure 3 représente un mode de réalisation d'un circuit 19 de commande des commutateurs 11 et 12 d'un redresseur selon l'invention. Dans cet exemple, les interrupteurs 11 et 12 sont constitués de transistors MOS à canal P. Les grilles respectives de chaque transistor sont reliées à la masse M par un transistor MOS à canal N respectivement 21, 22, et la base 23 du transistor 18 est reliée aux grilles des transistors 11 et 12 par des sources de courant respectivement 24, 25. Les grilles respectives des transistors 21 et 22 reçoivent le signal EN d'activation, par l'intermédiaire d'un inverseur 26 pour l'un des transistors (par exemple le transistor 21). On suppose ici le signal EN actif à l'état haut.

En fonctionnement normal, le signal EN est donc à l'état haut et impose la conduction du transistor 22 et le blocage du transistor 21. Comme le transistor 22 est passant, la grille du transistor 12 est tirée à la masse, ce qui provoque sa fermeture et court-circuite les bornes 23 et S. Côté transistor 11, celui-ci reste ouvert, sa grille étant en l'air.

Lors d'une commutation du signal EN vers l'état bas, le transistor 21 se ferme tandis que le transistor 22 s'ouvre. En l'absence de la source de courant 25, l'ouverture du transistor rendrait flottante la grille du transistor 12. La source du courant 25 permet donc d'en évacuer les charges pour

garantir son ouverture. De la même façon, la source de courant 24 sert à évacuer les charges du transistor MOS 11 lors de l'ouverture du transistor 21 quand le signal EN passe à l'état haut. Les sources de courant 25 et 24 sont constituées, de façon la plus simple, par une résistance ou, en variante, par n'importe quel élément remplissant cette fonction, par exemple, des transistors MOS commandés de façon adéquate par le signal EN.

Le mode de réalisation de la figure 3 utilise des transistors MOS à canal P pour les interrupteurs 11 et 12, ce qui est préférable dans la mesure où cela évite le recours à un décaleur de niveau pour commander un transistor MOS à canal N.

Un avantage de la présente invention est que la surface d'intégration nécessaire pour réaliser le redresseur 15 est considérablement réduite par rapport au redresseur classiquement composé. En particulier, dans une technologie où les transistors MOS sont réalisés verticalement, les transistors MOS à canal P 11 et 12, qui doivent tenir la haute tension mais n'ont besoin de laisser passer qu'un très faible courant, occupent une surface faible (proportionnelle au courant qu'ils doivent supporter).

Un autre avantage est que l'élément de redressement est facilement intégrable, si besoin avec son circuit de commande.

Un autre avantage, induit par le circuit de l'invention et le recours à un transistor bipolaire, est que le courant traversant l'élément de redressement est automatiquement limité. En effet, le courant de base du transistor bipolaire 18 est fonction du courant entre son émetteur et son collecteur, donc du courant dans l'inductance 4. Par conséquent, une variation du courant dans l'inductance 4 se traduit par une variation du point de fonctionnement du transistor 18.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, on a supposé précédemment que le

transistor 18 est un transistor de type PNP. Il peut toutefois s'agir d'un transistor de type NPN. La modification des connexions pour permettre l'utilisation d'un transistor de type NPN est à la portée de l'homme du métier à partir de la
5 description fonctionnelle ci-dessus. En particulier, les commutateurs 11 et 12 sont alors adaptés de façon à permettre l'injection d'un courant de base en fonctionnement normal.

Par ailleurs, bien que l'invention ait été décrite en relation avec une application à un convertisseur élévateur de
10 tension, elle s'applique également à des convertisseurs abaisseurs de tension et, plus généralement, dès que l'on souhaite utiliser un élément de redressement commandable.

REVENDEICATIONS

1. Elément de redressement (15) commandable, caractérisé en ce qu'il comporte un transistor bipolaire (18) dont une borne d'entrée de courant est connectée à une borne de commande par un premier interrupteur (11) et dont une borne de
5 sortie de courant est connectée à la borne de commande par un second interrupteur (12), les phases d'ouverture et de fermeture des premier et second interrupteurs étant complémentaires et fonction de l'état souhaité pour l'élément de redressement.

2. Elément de redressement selon la revendication 1,
10 caractérisé en ce qu'il comporte en outre un circuit de commande (19) des premier et second interrupteurs (11, 12) en fonction de l'état d'un signal (EN) d'activation/désactivation de l'élément de redressement (15).

3. Elément de redressement selon la revendication 1 ou
15 2, caractérisé en ce que lesdits interrupteurs (11, 12) sont constitués de transistors MOS à canal P dont les grilles respectives sont connectées à la borne de commande du transistor bipolaire (18) par l'intermédiaire de sources de courant (24, 25).

20 4. Elément de redressement selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le circuit de commande (19) comprend deux transistors MOS à canal N (21, 22) reliant les grilles respectives des transistors MOS à canal P (11, 12) à la masse, lesdits transistors MOS à canal N étant commandés respectivement
25 par le signal (EN) d'activation et par son inverse.

5. Elément de redressement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit transistor bipolaire (18) est un transistor PNP.

6. Elément de redressement selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit transistor bipolaire (18) est un transistor NPN.

7. Convertisseur de tension du type continu-continu comportant un élément de redressement conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 6.

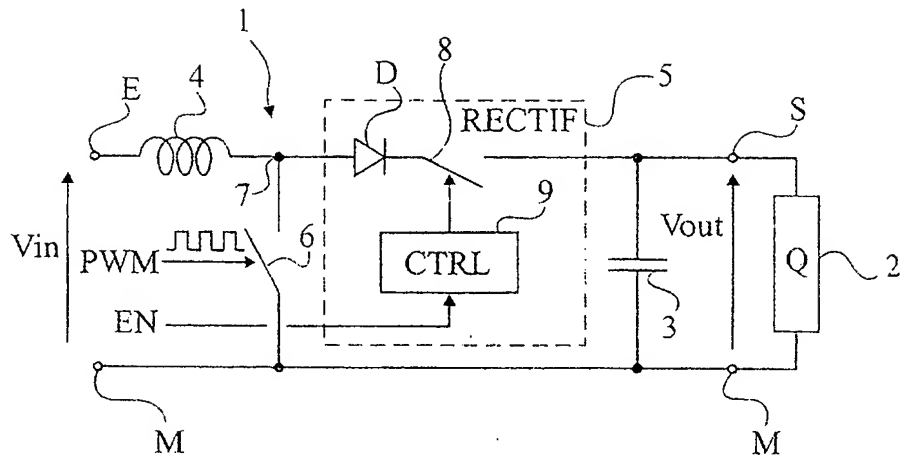


Fig 1

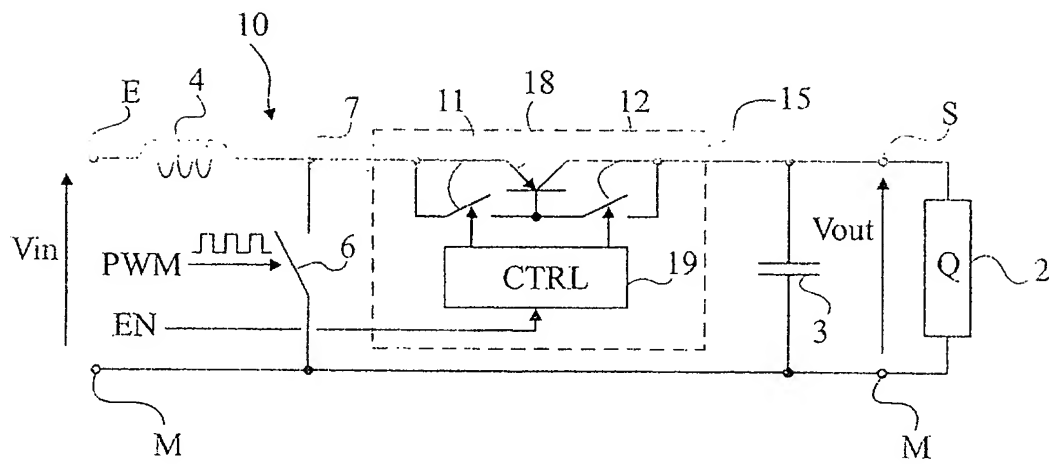


Fig 2

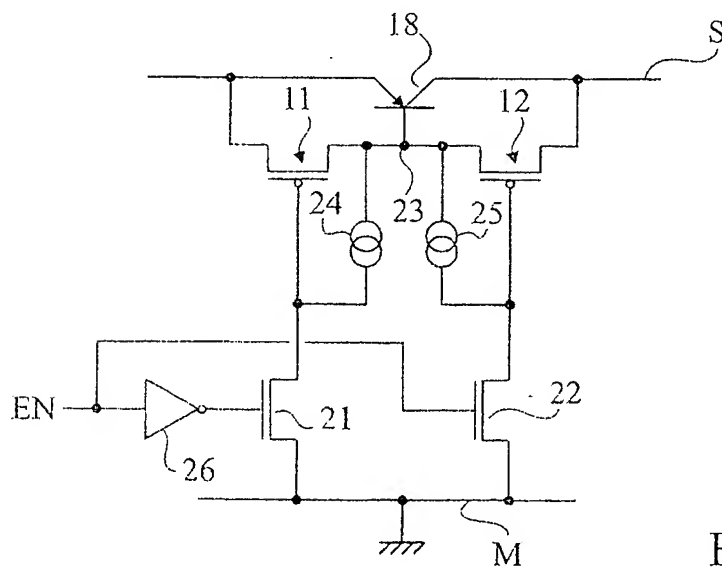


Fig 3

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) PAGE N°1/1
 (Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B5746	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0215320	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
ÉLÉMENT DE REDRESSEMENT INTÉGRÉ			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
STMicroelectronics SA			
DECLARE (NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (indiquez en haut de chaque page N°1/1. Si il y a plus de trois inventeurs, annexez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Prénoms & Nom		Jérôme Heurtier	
ADRESSE	Rue	2, Allée Jean Roy	
	Code postal et ville	37000	TOURS, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Prénoms & Nom		Arnaud Florence	
ADRESSE	Rue	39, Avenue de la République	
	Code postal et ville	37540	SAINT CYR SUR LOIRE, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Prénoms & Nom		Franck Galtie	
ADRESSE	Rue	12, Rue Louise Weiss	
	Code postal et ville	37270	VERETZ, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE (S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Michel de Beaumont Mandataire n° 92-1016 Le 4 décembre 2002			

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.